

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-318374

(43)Date of publication of application : 31.10.2002

(51)Int.Cl.

G02F 1/01

G02F 1/31

(21)Application number : 2001-121833

(71)Applicant : NIPPON TELEG & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 20.04.2001

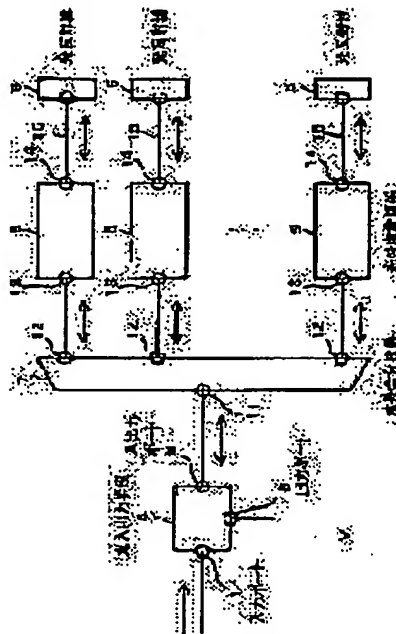
(72)Inventor : AKIMOTO KOJI
KANI JUNICHI
TEJIMA MITSUHIRO
TAKACHIO NOBORU

(54) MULTI-WAVELENGTH BATCH OPTICAL MODULATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To actualize a multi-wavelength batch optical modulating device which can have its hardware constituted at a low cost and also can reduce the trouble and cost for maintenance management.

SOLUTION: The optical modulating device is composed of one wavelength multiplexing and demultiplexing means, a plurality of light intensity modulators corresponding to the number of light carriers to be generated, and optical recurrence means which are as many as the light intensity modulators.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-318374
(P2002-318374A)

(43)公開日 平成14年10月31日(2002.10.31)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 2 F 1/01		G 0 2 F 1/01	C 2 H 0 7 9
1/31		1/31	F 2 K 0 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-121833(P2001-121833)

(22)出願日 平成13年4月20日(2001.4.20)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 秋本 浩司

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 可児 淳一

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74)代理人 100078237

弁理士 井出 直孝 (外1名)

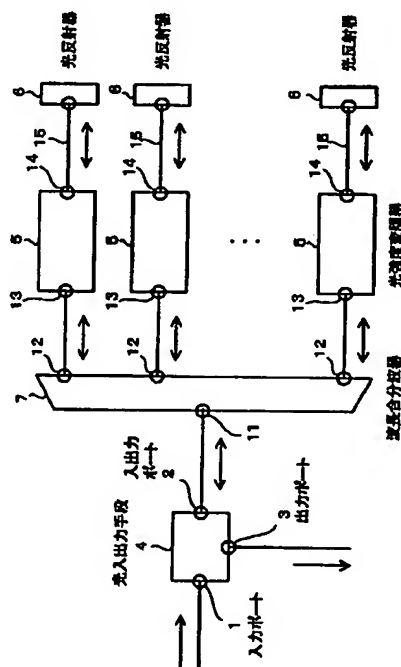
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多波長一括光変調装置

(57)【要約】

【課題】 安価にハードウェアを構成することができる
とともに保守管理の手間と費用とを削減することができる
多波長一括光変調装置を実現する。

【解決手段】 一つの波長合分波手段と、発生される光
搬送波の数に応じた複数の光強度変調器と、光強度変調
器の個数に等しい光回帰手段により光変調装置を構成す
る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の光搬送波を含む多波長光が入射される入力ポートと、この入力ポートに入射された多波長光が出射される入出力ポートと、この入出力ポートに入射された多波長光が出射される出力ポートとを備えた光入出力手段と、

前記多波長光を構成する単一波長光のいずれかを双方向に透過させ当該透過する単一波長光に変調を施す光強度変調手段と、

この光強度変調手段を透過した単一波長光を再びこの光強度変調手段に回帰させる光回帰手段とを前記多波長光を構成する複数の単一波長光のそれぞれに対応して複数備え、

前記入出力ポートから出射した多波長光を波長毎にそれぞれ分波して複数の前記光強度変調手段に入射させるとともに複数の前記光強度変調手段からそれぞれ出射した複数の単一波長光を合波した多波長光を前記入出力ポートに入射させる波長合分波手段とを備えたことを特徴とする多波長一括変調装置。

【請求項 2】 前記光強度変調手段は光強度変調器であり、前記光回帰手段は光反射器であり、この光反射器と前記光強度変調器との間には光伝送手段が介挿された請求項 1 記載の多波長一括変調装置。

【請求項 3】 前記光強度変調手段は光強度変調器であり、前記光回帰手段は当該光強度変調器の一部に形成された光反射膜である請求項 1 記載の多波長一括変調装置。

【請求項 4】 前記光入出力手段は、前記入出力ポートから前記波長合分波手段に出射された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の前記入出力ポートから入射される多波長光を前記出力ポートから出射する第一の偏波分離手段を備え、

前記光入出力手段と前記波長合分波手段との間には、偏波方向を回転させ前記入出力ポートから前記波長合分波手段に出射された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を前記入出力ポートに入射させる偏波回転手段が介挿された請求項 1 記載の多波長一括変調装置。

【請求項 5】 前記光入出力手段は、光サーキュレータを備え、

前記入出力ポート、前記入出力ポート、前記出力ポートはそれぞれこの光サーキュレータに設けられ、

前記出力ポートには、前記入出力ポートから前記波長合分波手段に出射された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を透過させる偏光フィルタ手段を備え、

前記光入出力手段と前記波長合分波手段との間には、偏波方向を回転させ前記入出力ポートから前記波長合分波手段に出射された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を前記入出力ポートに入射させる偏波回転手段が介挿された請求項 1 記載の多波長一括変調装置。

【請求項 6】 前記光入出力手段は、前記入出力ポートから前記波長合分波手段に出射された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の前記入出力ポートから入射される多波長光を前記出力ポートから出射する第一の偏波分離手段を備え、

前記光強度変調手段と前記光回帰手段との間には、偏波方向を回転させ前記入出力ポートから前記波長合分波手段に出射された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を前記入出力ポートに入射させる偏波回転手段が介挿された請求項 1 記載の多波長一括変調装置。

【請求項 7】 前記光回帰手段は、前記光強度変調手段から出射される単一波長光を透過させるとともにこの透過させた単一波長光とは偏波方向が異なる単一波長光が入射するとこれを前記光強度変調手段に入射させる第二の偏波分離手段と、

前記透過させた単一波長光の偏波方向を回転させる偏波回転手段と、

前記光強度変調手段から出射された単一波長光を前記偏波回転手段を介して前記第二の偏波分離手段に入射させる光伝送手段とを備えた請求項 1 記載の多波長一括変調装置。

【請求項 8】 前記光入出力手段は、前記入出力ポートから前記波長合分波手段に出射された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の前記入出力ポートから入射される多波長光を前記出力ポートから出射する前記第一の偏波分離手段を備えた請求項 1 または 7 記載の多波長一括変調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光波長多重通信における光変調に利用する。特に、ハードウェア構成技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、光波長多重通信光源として、パルスレーザ、あるいは位相変調光等の多波長光を用いる方式が検討されてきた。

【0003】 このようなレーザ光はスペクトル間隔がすべて等しい複数のモードを持ち、これらのモードを、アレイ導波路格子フィルタ等の波長合分波器を用いて個別のモードに波長分離することにより、すべて等しい波長間隔の光搬送波が得られる。上記で得られた各波長の光搬送波は、それぞれ個別の光強度変調器を用いて変調された後、別の波長合分波器を用いて波長多重されて伝送される。

【0004】 この従来例を図 14 および図 15 を参照して説明する。図 14 は互いに波長の異なる単一波長の光源 20 を多数並列配置し、光変調器 21 により波長毎に変調した後、波長合分波器 7 で多重する従来例を示す図である。図 15 は多波長光源 30 の出力を波長合分波器 7-1 で分離し、光変調器 21 により波長毎に変調した

後、波長合分波器 7-2 で多重する従来例を示す図である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような従来技術では、例えば、図 14 の例では、波長合分波器 7 は 1 台で済むが、多数の光源 20 を必要とし、さらに、全ての光源 20 の波長間隔を安定化させねばならない。これは光通信システムの寿命まで常に安定化させなければならず、保守管理に手間と費用を要するため、安価にハードウェアを構成するとともに保守管理の手間と費用とを削減することを困難にしている。

【0006】また、図 15 の例では、レーザ光源等と比較すると高価な光部品である波長合分波器 7-1、7-2 が 2 台必要となり、さらに、両者の波長透過特性を一致させねばならない。これは光通信システムの寿命まで常に等しく保持させなければならず、保守管理に手間と費用とを要するため、安価にハードウェアを構成するとともに保守管理の手間と費用とを削減することを困難にしている。

【0007】本発明は、このような背景に行われたものであって、安価にハードウェアを構成することができるとともに保守管理の手間と費用とを削減することができる多波長一括光変調装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、一つの波長合分波手段と、発生される光搬送波の数に応じた複数の光強度変調器と、光強度変調器の個数に等しい光回帰手段により光変調装置を構成することにより、安価にハードウェアを構成することができるとともに保守管理の手間と費用とを削減することができる多波長一括変調装置を実現できる。

【0009】すなわち、本発明は多波長一括変調装置であって、本発明の特徴とするところは、複数の光搬送波を含む多波長光が入射される入力ポートと、この入力ポートに入射された多波長光が射出される入出力ポートと、この入出力ポートに入射された多波長光が射出される出力ポートとを備えた光入出力手段と、前記多波長光を構成する単一波長光のいずれかを双方向に透過させ当該透過する単一波長光に変調を施す光強度変調手段と、この光強度変調手段を透過した単一波長光を再びこの光強度変調手段に回帰させる光回帰手段とを前記多波長光を構成する複数の単一波長光のそれぞれに対応して複数備え、前記入出力ポートから射出した多波長光を波長毎にそれぞれ分波して複数の前記光強度変調手段に入射させるとともに複数の前記光強度変調手段からそれぞれ射出した複数の単一波長光を合波した多波長光を前記入出力ポートに入射させる波長合分波手段とを備えたところにある。

【0010】これにより、波長合分波手段は一つで済み、また、光源を必要とせず、安価にハードウェアを構

成することができ、さらに、複数の波長合分波手段の波長透過特性を一致させる保守管理および複数の光源の波長間隔を安定化させる保守管理を必要とせず保守管理に要する手間および費用を削減できる。

【0011】前記光強度変調手段は光強度変調器であり、前記光回帰手段は光反射器であり、この光反射器と前記光強度変調器との間には光伝送手段が介挿された構成としたり、あるいは、前記光強度変調手段は光強度変調器であり、前記光回帰手段は当該光強度変調器の一部に形成された光反射膜である構成とすることができる。

【0012】さらに具体的には、前記光入出力手段は、前記入出力ポートから前記波長合分波手段に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の前記入出力ポートから入射される多波長光を前記出力ポートから射出する第一の偏波分離手段を備え、前記光入出力手段と前記波長合分波手段との間には、偏波方向を回転させ前記入出力ポートから前記波長合分波手段に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を前記入出力ポートに入射させる偏波回転手段が介挿された構成により実現することができる。

【0013】あるいは、前記光入出力手段は、光サーキュレータを備え、前記入出力ポート、前記入出力ポート、前記出力ポートはそれぞれこの光サーキュレータに設けられ、前記出力ポートには、前記入出力ポートから前記波長合分波手段に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を透過させる偏光フィルタ手段を備え、前記光入出力手段と前記波長合分波手段との間には、偏波方向を回転させ前記入出力ポートから前記波長合分波手段に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を前記入出力ポートに入射させる偏波回転手段が介挿された構成により実現することができる。

【0014】あるいは、前記光入出力手段は、前記入出力ポートから前記波長合分波手段に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の前記入出力ポートから入射される多波長光を前記出力ポートから射出する第一の偏波分離手段を備え、前記光強度変調手段と前記光回帰手段との間には、偏波方向を回転させ前記入出力ポートから前記波長合分波手段に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を前記入出力ポートに入射させる偏波回転手段が介挿された構成により実現することができる。

【0015】あるいは、前記光回帰手段は、前記光強度変調手段から射出される単一波長光を透過させるとともにこの透過させた単一波長光とは偏波方向が異なる単一波長光が入射するとこれを前記光強度変調手段に射出させる第二の偏波分離手段と、前記透過させた単一波長光の偏波方向を回転させる偏波回転手段と、前記光強度変調手段から射出された単一波長光を前記偏波回転手段を介して前記第二の偏波分離手段に入射させる光伝送手段

とを備える構成により実現することができる。

【0016】この場合には、前記光入出力手段は、前記入出力ポートから前記波長合分波手段に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の前記入出力ポートから入射される多波長光を前記出力ポートから射出する前記第一の偏波分離手段を備える構成により本発明の多波長一括変調装置を実現することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明実施例の多波長一括変調装置を図1ないし図13を参照して説明する。図1は本発明第一実施例の光強度変調器と光反射器とが光伝送路により接続された多波長一括変調装置の構成図である。図2は本発明第一実施例の光強度変調器と光反射器が一体に形成された多波長一括変調装置の構成図である。図3は本発明第二実施例の偏波分離器を用いた多波長一括変調装置の構成図である。図4は本発明第二実施例の光サーキュレータを用いた多波長一括変調装置の構成図である。図5は本発明第三実施例の多波長一括変調装置の構成図である。図6は本発明第三実施例の多波長一括変調装置の動作を説明するための図である。図7は本発明第四実施例の多波長一括変調装置の構成図である。図8は本発明第四実施例の多波長一括変調装置の動作を説明するための図である。図9はアレー導波路回折格子の分離機能を説明するための図である。図10はアレー導波路回折格子の合波機能を説明するための図である。図11および図12は反射型光変調器の波形歪みを説明するための図である。図13は反射型光変調器における伝送距離と遅延時間との関係を示す図であり、横軸に遅延時間を取り、縦軸にビットレートをとり、

【0018】本発明第一実施例の多波長一括変調装置は、図1に示すように、複数の光搬送波を含む多波長光が入射される入力ポート1と、この入力ポート1に入射された多波長光が射出される入出力ポート2と、この入出力ポート2に入射された多波長光が射出される出力ポート3とを備えた光入出力手段4と、前記多波長光を構成する単一波長光のいずれかを双方向に透過させ当該透過する単一波長光に変調を施す光強度変調器5と、この光強度変調器5を透過した単一波長光を再びこの光強度変調器5に回帰させる光反射器6とを前記多波長光を構成する複数の単一波長光のそれぞれに対応して複数備え、入出力ポート2から射出した多波長光を波長毎にそれぞれ分波して複数の光強度変調器5に入射させるとともに複数の光強度変調器5からそれぞれ射出した複数の単一波長光を合波した多波長光を入出力ポート2に入射させる波長合分波器7とを備えたところにある。

【0019】図1に示す第一実施例の多波長一括変調装置は、光反射器6と光強度変調器5との間に光伝送手段15としての光導波路あるいは空間光学系が介挿されるが、図2に示すように、光反射器6は光強度変調器5の一部に形成された光反射膜であってもよい。

【0020】本発明第二実施例の多波長一括変調装置は、図3に示すように、第一および第二実施例の光入出力手段4の具体的実現例として、入出力ポート2から波長合分波器7に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の入出力ポート2から入射される多波長光を出力ポート3から射出する偏波分離器4-1を備え、偏波分離器4-1と波長合分波器7との間には、偏波方向を回転させ入出力ポート2から波長合分波器7に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を入出力ポート2に入射させる偏波回転手段8が介挿される。

【0021】また、第二実施例では、図4に示すように、光サーキュレータ4-2を備え、入力ポート1、入出力ポート2、出力ポート3はそれぞれこの光サーキュレータ4-2に設けられ、出力ポート3には、入出力ポート2から波長合分波手段7に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を透過させる偏光子9を備え、光サーキュレータ4-2と波長合分波器7との間には、偏波方向を回転させ入出力ポート2から波長合分波器7に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を入出力ポート2に入射させる偏波回転手段8が介挿される構成であってもよい。

【0022】本発明第三実施例の多波長一括変調装置は、図5に示すように、第二実施例と同様に、偏波分離器4-1を備え、光強度変調器5と光反射器6との間には、偏波方向を回転させ入出力ポート2から波長合分波器7に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の多波長光を入出力ポート2に入射させる偏波回転手段8が介挿される。

【0023】本発明第四実施例の多波長一括変調装置は、図7に示すように、光強度変調器5から射出される単一波長光を透過させるとともにこの透過させた単一波長光とは偏波方向が異なる単一波長光が入射するとこれを光強度変調器5に射出させる偏波分離器10と、前記透過させた単一波長光の偏波方向を回転させる偏波回転手段8と、光強度変調器5から射出された単一波長光を偏波回転手段8を介して偏波分離器10に入射させる光伝送手段19として光導波路あるいは空間光学系とを備える。さらに、入出力ポート2から波長合分波器7に射出された多波長光の偏波方向とは異なる偏波方向の入出力ポート2から入射される多波長光を出力ポート3から射出する偏波分離器4-1を備える。

【0024】以下では、本発明実施例をさらに詳細に説明する。

【0025】（第一実施例）本発明第一実施例の多波長一括変調装置を図1を参照して説明する。本装置は、複数の光搬送波を含む多波長光の入出力を振り分ける光入出力手段4と、この多波長光を各波長のモード毎に分波する波長合分波器7と、レーザ光の強度を変調する光強度変調器5と、光強度変調器5から出力される変調光を

再び光強度変調器5に帰還させる光反射器6とで構成される。

【0026】光入出力手段4の例としては、光カブラやビームスプリッタであり、入力ポート1から入射された多波長光を入出力ポート2から波長合分波器7へ導き、あるいは波長合分波器7で得られた変調光を入出力ポート2から入射し、出力ポート3へ出射させる。

【0027】波長合分波器7の例としては、アレー導波路回折格子(AWG)である。AWGとは、文献「アレー導波路回折格子(AWG)デバイス」(電子情報通信学会誌、Vol. 82、No. 7、ページ746-752、1999年7月)に記載してあるように、ある入力導波路から入射された光を、波長に応じて異なる出力導波路から出力させる機能を持つ。このアレー導波路回折格子の分波機能を図9に示す。また、AWGは可逆性を有しており、複数の波長光を一つの出力導波路に合波する機能も併せ持つ。このアレー導波路回折格子の合波機能を図10に示す。

【0028】光強度変調器5の例としては、マッハツェンダ型光変調器、電界吸収型光変調器、あるいは半導体光増幅器等であり、光通信における搬送波であるレーザ光を強度変調し、信号を乗せる光デバイスである。

【0029】光反射器6の例として、金属膜をコーティングした鏡、誘電体多層膜をコーティングした鏡である。また、特定の波長に関する反射鏡として、回折格子やファイバブラッググレーティングも光反射器として用いることができる。また、ファイバブラッググレーティングの応用例として、光導波路に直接回折格子(グレーティング)を書き込んだ光反射器でもよい。

【0030】波長合分波器7の入出力ポート12は、それぞれ空間光学系あるいは光導波路によって光強度変調器5の一方の入出力ポート13に光学的に接続されている。光強度変調器5のもう一方の入出力ポート14は、同じく空間光学系あるいは光導波路によって光反射器6*

$$\tau \leq 1/B$$

であればよい。上記の設計条件の数値例を以下に示す。光強度変調器5と光反射器6との距離を $L = 10$ [m]とする。このとき、遅延時間は $\tau = 100$ [ピコ秒]となる。よって式2より、 $B \leq 10$ [Gbit/秒]

となる。今、遅延時間 τ はビット幅 $1/B$ に比べて $1/100$ 以下である、という条件を図示すると、変調速度 B と遅延時間 τ との関係は図13の網かけ部分で表すことができる。

【0034】式1および式2から、より速い変調速度が必要な場合は、遅延時間は非常に短くしなければならない。図11の系で遅延時間を最も短くしうるのは、光強度変調器5と光反射器6とが接したときであり、図2のように光強度変調器5の入出力ポートに光反射器6を接して配置してもよい。

*に光学的に接続されている。

【0031】光入出力手段4を介して波長合分波器7の入出力ポート11より入力された多波長光は、波長合分波器7で各波長に分波され、分波されたレーザ光のそれぞれは、対応する一つの光強度変調器5に導かれて変調される。変調されたレーザ光は光強度変調器5の光反射器6側の入出力ポート14より出力され、光反射器6で反射されて再び光強度変調器5を介して波長合分波器7に導かれて合波され、光入出力手段4を介して出力される。

【0032】ここで、光反射器6により反射された変調光は再度、光強度変調器5を通ることにより、さらに変調され、波形が歪むことが予想される。以下に、波形歪みの問題を図11ないし図13を参照して説明し、歪みの起らない条件を提示する。

【0033】光強度変調器5への入力変調信号の変調速度を B [bit/秒]とし、その時間波形をゲート波形と呼ぶ。光強度変調器5へ入力された連続光は、光強度変調器5により変調を受け、ゲート波形と相似の光波形(ビット幅 $1/B$ [秒])を出力する。この出力光は、光反射器6によって反射され、時間 τ [秒]遅れて光強度変調器5に帰還され、再度、ゲート波形で変調される。ゲート波形と光反射器6により反射した変調光の波形(反射光パルス波形と呼ぶ)の時間関係を図12に示す。図12では、ゲート波形と反射パルス波形との時間ズレにより、反射光パルスの立ち下がり部分が時間 τ だけ削られてしまうことになり、故に歪みが生じてしまう。ここで、遅延時間 τ は、光強度変調器と光反射器との距離を L [m]とすると、 $\tau = 2nL/c$

$$(式1)$$

と表される。ただし、 n は導波媒質の屈折率、 c は光速である。波形歪みを小さくするためには、遅延時間 τ はビット幅 $1/B$ に比べて無視しうるほど小さければよい。すなわち、

$$(式2)$$

【0035】光反射器6を接して配置する方法例としては、光強度変調器5の入出力ポートの端面に誘電体多層膜をコーティングしてもよい。また、光強度変調器5の導波路内で入出力ポートの近傍にグレーティングを書き込んでよい。

【0036】上記のように、一つの波長合分波器7のみで多波長光を一括変調することにより、経済的な多波長一括光変調器を提供できる。

【0037】(第二実施例)本発明第二実施例を図3を参照して説明する。第一実施例における多波長一括光変調器において、光入出力手段4に偏波分離器4-1を用いており、偏波分離器4-1の入出力ポート2は、波長合分波器7の入出力ポート11に光学的に接続されている。偏波分離器4-1によって入力の多波長光と出力のそれとを分離するためには、双方の偏波面が90度ズレ

ていなければならない。そこで、偏波分離器 4-1 と波長合分波器 7 との光路上に偏波回転手段 8 を配置している。

【0038】偏波分離器 4-1 とは、入射した光を偏波面が垂直な二つの偏光に分離する素子であり、一般には偏波ビームスプリッタともいう。偏波回転手段 8 とは、入射した光の偏波面を回転させる手段であり、波長板、あるいはファラデー素子がある。

【0039】図 3 の実施例では、光強度変調器 5 の入力、および変調された信号光の出力を偏波分離器 4-1 で切り分けているが、入力光と出力光の偏波面の角度は 90 度ズレているので、出力光を特定の偏波だけを切り出せば、入力光と出力光とは分離できる。例えば、図 4 に示すように、出力光は光サーキュレータ 4-2、あるいは光カブラを介して波長合分波器 7 より出力させ、偏光子 9 を用いて入力光と 90 度偏波のズレた光のみを取り出してもよい。

【0040】図 4 の例のように、光入出力手段 4 に光サーキュレータ 4-2 を用いた場合には、光カブラやビームスプリッタを用いた場合に比べて光入出力手段における光損失を低く抑えることができ、多波長一括光変調器の入力パワーマージンを広く取ることができるため、より設計の容易な多波長一括光変調器を経済的に提供できる。

【0041】上記のように、一つの波長合分波器 7 のみで多波長光を一括変調することにより、経済的な多波長一括光変調器を提供できる。

【0042】（第三実施例）本発明第三実施例を図 5 および図 6 を参照して説明する。ここで、図 6 における丸の中の矢印は、各場所におけるレーザ光の偏波面の角度を模式的に表している。

【0043】第三実施例の波長一括光変調器では、入力の多波長光と出力の多波長光との偏波面を 90 度ズレさせるための偏波回転手段 8 の位置を光強度変調器 5 と光反射器 6 との光路上に配置する。

【0044】偏波分離器 4-1 を介して波長合分波器 7 の入出力ポート 11 より入力された多波長光は、波長合分波器 7 で各波長に分波され、分波されたレーザ光のそれぞれは、対応する一つの光強度変調器 5 に導かれて変調される。変調されたレーザ光は光強度変調器 5 の光反射器 6 側の入出力ポート 14 より出力され、偏波回転手段 8 に入力される。そこで変調光は偏波面を 45 度回転され、光反射器 6 へ出力される。光反射器 6 で反射された変調光は再び偏波回転手段 8 に入力されることにより、偏波面がさらに 45 度回転され、光強度変調器 5 に再度入力される。光強度変調器 5 の出力光は波長合分波器 7 により合波され、波長合分波器 7 の入出力ポート 11 より出力される。ここで図 6 に示すとおり、出力光の偏波面は、入力光と偏波面とが 90 度ズレているため、偏波分離器 4-1 により入力光と出力光とを分離するこ

とができる。ここで、偏波回転手段としては、1/4 波長板、あるいはファラデー素子などがある。

【0045】第三実施例では、光強度変調器 5 への入力、および変調された信号光の出力を偏波分離器 4-1 で切り分けているが、入力光と出力光との偏波面の角度は 90 度ズレているので、出力光を特定の偏波だけを切り出せば、入力光と出力光とは分離できる。例えば、図 4 に示すように、出力光は光サーキュレータ 4-2、あるいは光カブラを介して波長合分波器 7 より出力させ、偏光子を用いて入力光と 90 度偏波のズレた光のみを取り出してもよい。

【0046】第三実施例では、光強度変調器 5 の入出力ポート 13 および 14 の端面において入力光の反射があった場合には、端面での反射光と光反射器 6 での反射光とを偏波面の角度により切り分けることができるので、双方の反射光の干渉による強度揺らぎを解消することができ、経済的かつ高信頼な多波長一括光変調器を提供できる。

【0047】また、偏波回転手段 8 の機能を併せ持つ光反射器 6 を用いてもよい。例えば、ファラデー素子の一方の出力端に反射鏡を取り付けたファラデーミラーを用いる。

【0048】（第四実施例）本発明第四実施例を図 7 および図 8 を参照して説明する。ここで、図 8 における丸の中の矢印は、各場所におけるレーザ光の偏波面の角度を模式的に表している。

【0049】第四実施例では、偏波回転手段の機能を併せ持つ光反射器 16 として、偏波分離器 10 および偏波回転手段 8 を用いて、ループミラーを構成している。光強度変調器 5 の波長合分波器 7 側と異なる入出力ポート 14 は、空間光学系あるいは光導波路によって偏波分離器 10 に光学的に接続されており、偏波分離器 10 の出力ポート 17 と入力ポート 18 とは互いに光学的に接続されており、この出力ポート 17 と入力ポート 18 とを結ぶ光路上に偏波回転手段 8 が配置されている。

【0050】光入出力手段である偏波分離器 4-1 を介して波長合分波器 7 の入出力ポート 11 に入力された多波長光は、波長合分波器 7 で各波長に分波され、分波されたレーザ光それぞれは、対応する一つの光強度変調器 5 に導かれて変調される。変調されたレーザ光は光強度変調器 5 の光反射器 16 側の入出力ポート 14 より出力され、偏波分離器 10 に入力される。ここで、偏波分離器 10 へ入力される変調光は、偏波分離器 10 の出力ポート 17 のみに出力されるように、偏波面の角度を設定してある。偏波分離器 10 の出力ポート 17 から出力された変調光は偏波回転手段 8 に入射され、そこで偏波面が 90 度回転され、偏波分離器 10 の入力ポート 18 へ入射される。偏波分離器 10 からの出力は、入力光に比べて偏波が 90 度違っているため、光入出力手段である偏波分離器 4-1 により入力光と出力光とを分離するこ

とができる。

【0051】ここで偏波回転手段8としては、1/2波長板、あるいはファラデー素子などがある。また、偏波分離器10の出力ポート17と入力ポート18とを光学的に接続する導波路を、PANDAファイバ等の定偏波ファイバを用いた場合は、偏波回転手段8として、二つのファイバの目を直交するように光コネクタを用いて接続してもよい。

【0052】第四実施例では、光強度変調器5の入出力ポート13および14の端面において入力光の反射があった場合には、端面での反射光と光反射器16での反射光とを偏波面の角度により切り分けることができるので、双方の反射光の干渉による強度揺らぎを解消することができる。経済的かつ高信頼な多波長一括変調器を提供できる。

【0053】(実施例まとめ)本発明第一から第四実施例では、光強度変調器5は半導体光増幅器であってもよい。半導体光増幅器とは、半導体レーザの共振器端面を無反射化することにより、半導体内の活性層を進行する光を、誘導放出により増幅させる光増幅器である。その増幅率は半導体への注入電流に依存することから、注入電流を二値的にオン/オフすることにより、半導体光増幅器への入力光をオン/オフすることができ、変調器として用いることができる。半導体光増幅器の増幅効果により、多波長一括光変調器の入力パワーマージンを広く取ることができる。また、半導体光増幅器では入力光の偏光依存性の少ない変調器が可能である。よって、より設計の容易な多波長一括光変調器を経済的に提供できる。

【0054】また、本発明第一から第四実施例では、光強度変調器5は、電界吸収型光強度変調器であってもよい。電界吸収型光強度変調器とは、半導体に高電界を与えると、光の吸収される波長端が長波長側へ移動されるという現象を利用した光強度変調器5である。電界吸収型光強度変調器では入力光の偏光依存性の少ない変調器が可能であり、より設定の容易な多波長一括光変調器を経済的に提供できる。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、安価にハードウェアを構成することができるとともに保守管理の手間と費用とを削減することができる多波長一括光変調装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第一実施例の光強度変調器と光反射器とが光伝送路により接続された多波長一括変調装置の構成図。

【図2】本発明第一実施例の光強度変調器と光反射器が一体に形成された多波長一括変調装置の構成図。

【図3】本発明第二実施例の偏波分離器を用いた多波長一括変調装置の構成図。

【図4】本発明第二実施例の光サーキュレータを用いた多波長一括変調装置の構成図。

【図5】本発明第三実施例の多波長一括変調装置の構成図。

【図6】本発明第三実施例の多波長一括変調装置の動作を説明するための図。

【図7】本発明第四実施例の多波長一括変調装置の構成図。

【図8】本発明第四実施例の多波長一括変調装置の動作を説明するための図。

【図9】アレー導波路回折格子の分離機能を説明するための図。

【図10】アレー導波路回折格子の合波機能を説明するための図。

【図11】反射型光変調器の波形歪みを説明するための図。

【図12】反射型光変調器の波形歪みを説明するための図。

【図13】反射型光変調器における伝送距離と遅延時間との関係を示す図。

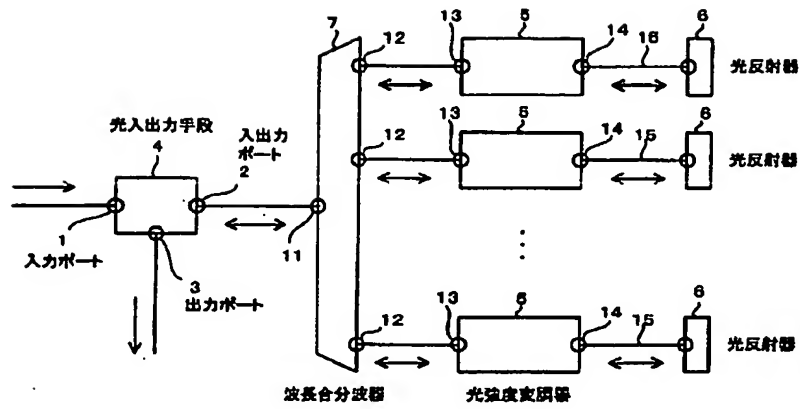
【図14】単一波長の光源を多数並列配置し、光変調器により波長毎に変調した後、波長合分波器で多重する従来例を示す図。

【図15】多波長光源の出力を波長合分波器で分離し、光変調器により波長毎に変調した後、波長合分波器で多重する従来例を示す図。

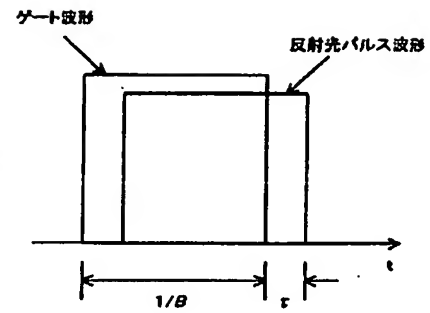
【符号の説明】

- 1、18 入力ポート
- 2、11、12、13、14 入出力ポート
- 3、17 出力ポート
- 4 光入出力手段
- 4-1、10 偏波分離器
- 4-2 光サーキュレータ
- 5 光強度変調器
- 6、16 光反射器
- 7 波長合分波器
- 8 偏波回転手段
- 9 偏光子
- 15、19 光伝送手段
- 20 光源
- 21 光変調器
- 30 多波長光源

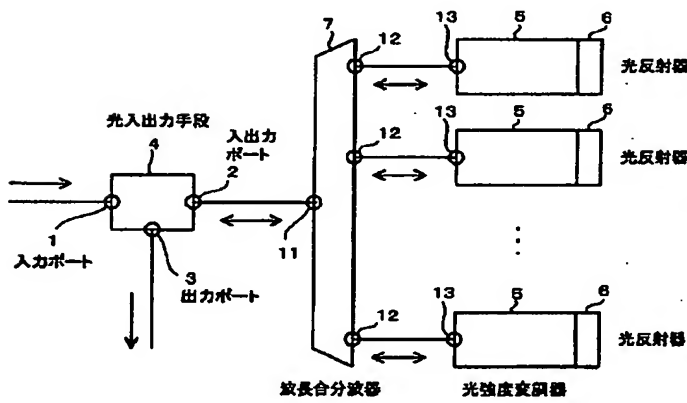
【図1】



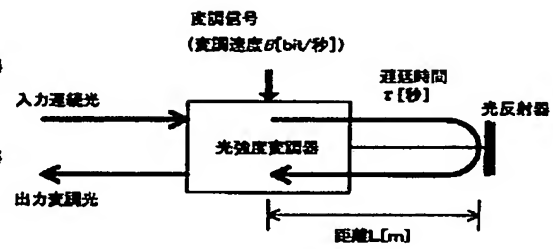
【図12】



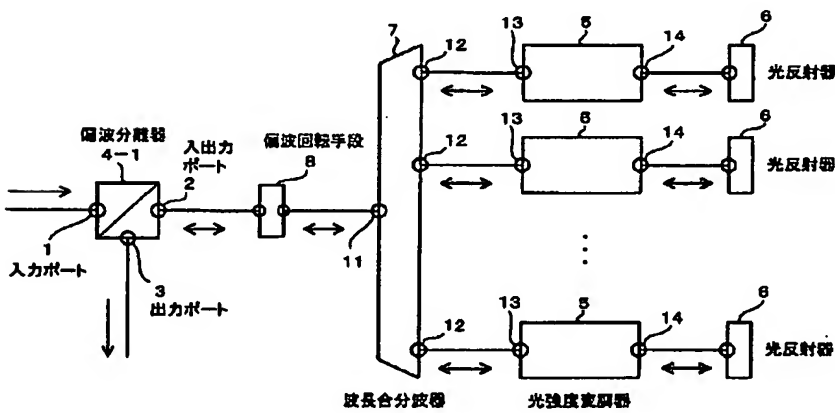
【図2】



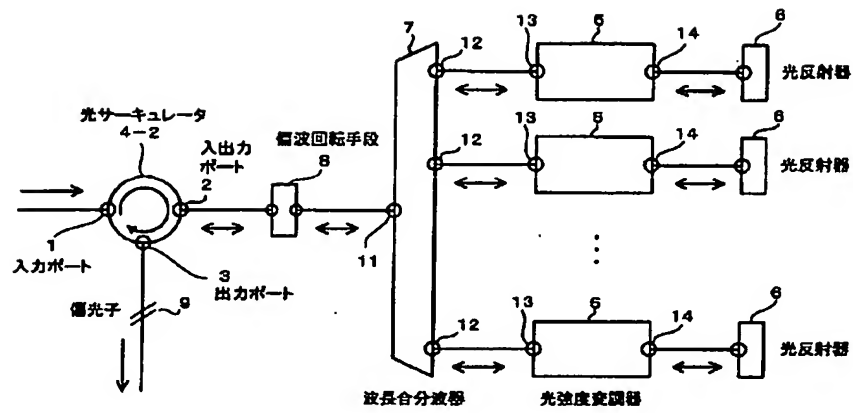
【図11】



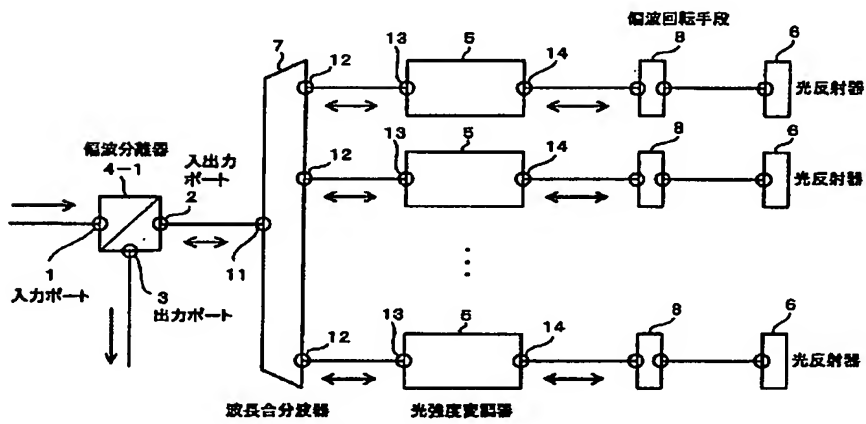
【図3】



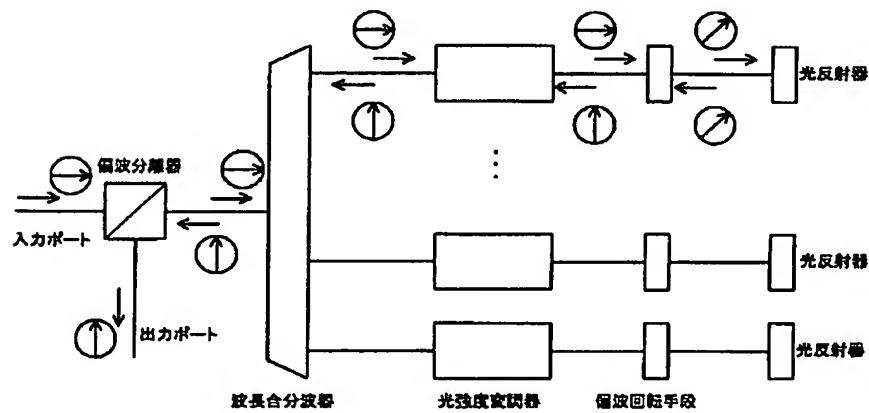
【図4】



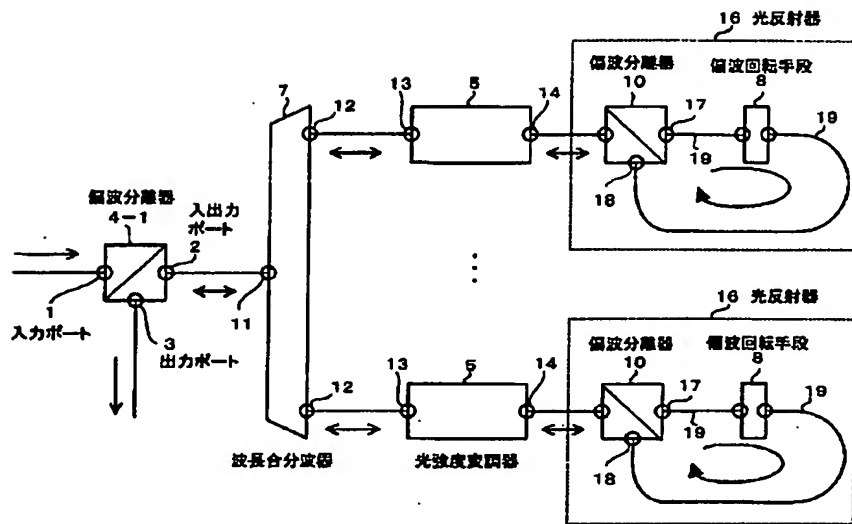
【図5】



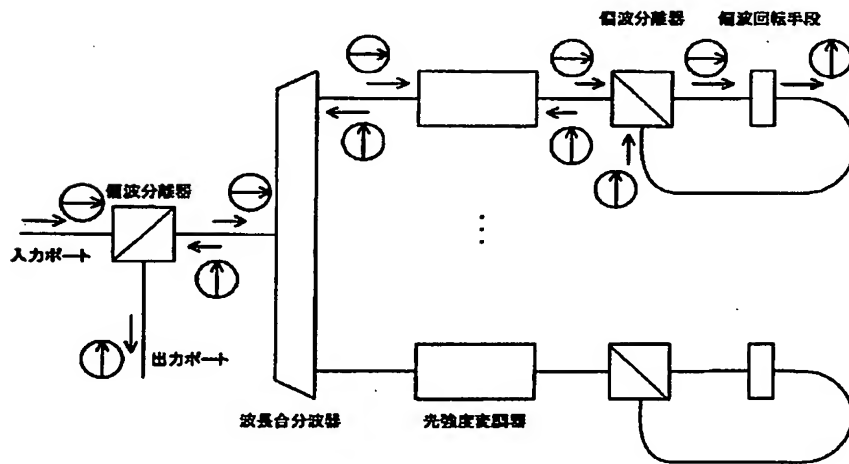
【図6】



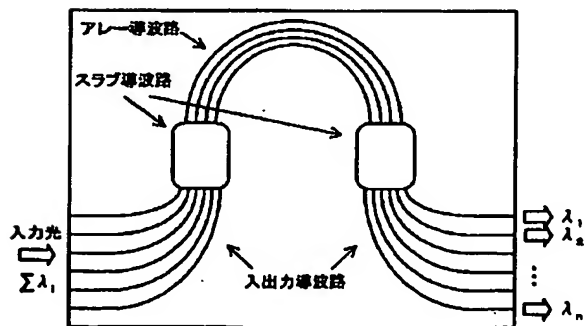
【図7】



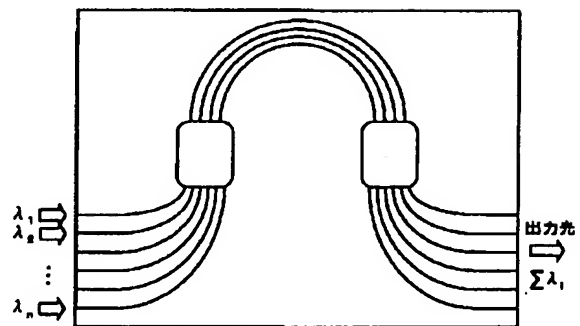
【図8】



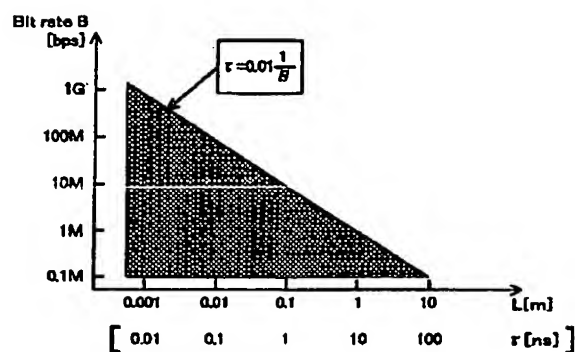
【図9】



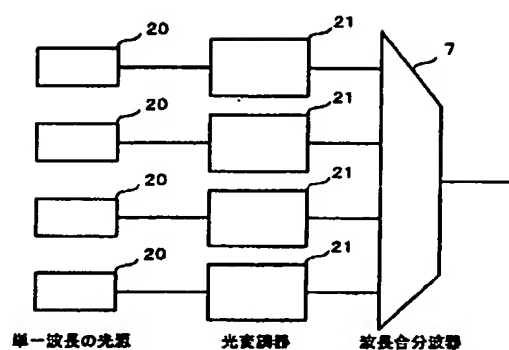
【図10】



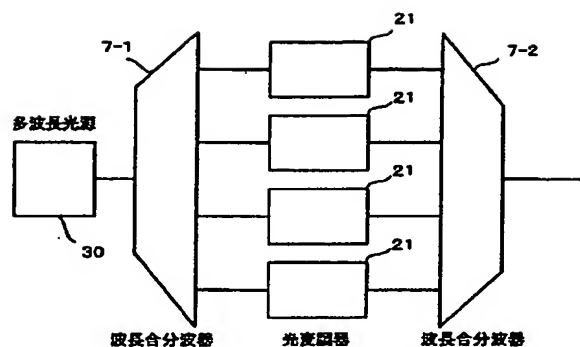
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 手島 光啓
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 高知尾 昇
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 2H079 BA01 CA04 HA11 KA06 KA14
KA20
2K002 AA02 AB09 DA06